

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE

BULLETIN DU SERVICE

DE LA

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE

N° 244. — Tome LIII, 1955.

LE GRANITE DE BRÉHAT ET SES PHÉNOMÈNES DE CONTACT

PAR

P. LAFFITTE

Ingénieur au Corps des Mines,
Directeur du B. R. G. G. M.

PARIS ET LIÈGE

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE CH. BÉRANGER

PARIS, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

LIÈGE, 1, QUAI W. CHURCHILL, 1

—
1955

Tous droits réservés

Imprimé en France

Le Bulletin de la Carte Géologique de la France paraît par fascicules contenant chacun un mémoire complet, dont la réunion forme chaque année un volume in-8° accompagné d'un grand nombre de planches, avec de nombreuses figures intercalées dans le texte.

Les tomes I à LIII (Bulletins n° 1 à 242) sont complets.
Le tome LIII commence avec le bulletin n° 243.

Les Bulletins se vendent séparément. Ceux signalés par un * sont épuisés.

TOME I (1889-1890).

1. Massif cristallin du Mont Pilat, par P. TERMIER. — 2. Les Terrains d'alluvions des environs de Lyon, par F. DELAFOND. — 3. Terrains de recouvrement dans les Pyrénées de l'Aude, par L. CUSSE. — 4. Roches primitives de la feuille de Brive, par L. DE LAUNAY. — 5. Bassin tertiaire de Marseille, par Ch. DEDIER. — 6. Environs d'Anancy, La Roche, Bonneville, par G. MAILLARD. — 7. Eruptions du Menez-Hom, par Ch. BARRON. — 8. Le Nord de la France et le bassin de Paris, par J. GOSSELIN. — 9. Les roches cristallines et éruptives des environs du Mont Blanc, par A. MICHEL-LÉVY. — 10. Plateau Central entre Tulle et Saint-Céré, par G. MOURIER.

TOME II (1890-1891)

11. Roches de l'Arège et de l'Auvergne, par A. LACROIX. — 12. Nouvelle subdivision dans les terrains Bressans, Bassin de Blanz et du Creusot, par F. DELAFOND. — 13. Eruptions du Velay, par P. TERMIER. — 14. Bassin de Paris, par G.-F. DOLÉJUS. — 15. Forez et Roannais, par La VERRIERE. — 16. Vallée d'Apt, Le Pliocène de Thériers, par DEPERRET, KILIAN et LEBLANC. — 17. La structure des Corbières, par E. DE MARGERIE. — 18. La chaîne de la Sainte-Baume, par P. ZUCCHEN. — 19. Terrains tertiaires du Sud-Ouest, par VASSEUR. — 20. Massif de la Vanoise, par P. TERMIER.

TOME III (1891-1892)

21. Les chaînes subalpines entre Gap et Digne, par E. HAYO. — 22. Derniers travaux de G. MAILLARD, par MICHEL-LÉVY. Note sur les diverses régions de la feuille d'Anancy, par G. MAILLARD. — 23. Géologie de l'Oise, par H. THOMAS. Le Trias de l'Arège et de l'Aude, par G. DE LACVIVIER. — 24. Le massif d'Albauch, par MARCEL BERTHIAUX. — 25. La crête des Corbières, par A. DE GROSSEVILLE. — 26. Massifs du Chablais entre l'Arve et la Drance, par A. JACQUIN. — 27. Note sur la prolongation vers le Sud de la chaîne des Aiguilles Rouges, par MICHEL-LÉVY.

TOME IV (1892-1893)

28. Description géologique du Velay, par M. BOULE. — 29. Contact du Jura méridional et de la zone subalpines aux environs de Chambéry, par HOLLAND. — 30. La vallée du Cher, par L. DE LAUNAY. — 31. Note sur la distribution géographique et sur l'âge géologique des ophites et des lherzolites de l'Arège, par G. DE LACVIVIER. — 32. Le Môle et les collines du Faucigny, par MARCEL BERTHIAUX. — 33. Plissements siluriens du Cotentin, par L. LECORNU. — 34. Note sur la géologie de la Haute vallée d'Aspe (Basses-Pyrénées), par J. SARRAS.

TOME V (1893-1894)

35. Etude stratigraphique des Pyrénées, par J. ROUSSEL. — 36. Granite de Flamanville et granites français en général, par MICHEL-LÉVY. — 37. Poudingues de Palassou dans le Tarn, par VASSEUR.

TOME VI (1894-1895)

38. Comptes rendus des Collaborateurs (1893). — 39. Le plateau infracaracé des environs de Nîmes, par TONCAREL. — 40. Le massif des Grandes Rousses, par P. TERMIER. — 41. Etude stratigraphique des terrains tertiaires oligocènes de la vallée des Déserts (près Chambéry), par HOLLAND. — 42. Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées, par A. LACROIX. — 43. Le plateau de Lannemezan, par M. BOULE.

TOME VII (1895-1896)

44. Comptes rendus des Collaborateurs (1894). — 45. Leucophrase à pyroxène de la base du Culm du Miocène, par MICHEL-LÉVY et A. LACROIX. — 46. Le massif de Saint-Sauve et le terrain houiller de Decize, par L. DE LAUNAY. — 47. Tectonique des hautes chaînes calcaires de Savoie, par E. HAYO. — 48. Structure de la région de Castellane, par P. ZUCCHEN. — 49. La Brèche du Chablais (Haute-Savoie), par M. LUCON.

TOME VIII (1896-1897)

50. Le Jurassique à l'Ouest du Plateau Central, par P. GLANGEAUD. — 51. Le Permien, le Trias et le Jurassique de la feuille de Calors, par E. FOURNIER. — 52. Massifs montagneux du Carligou et de l'Albère, par J. ROUSSEL. — 53. Comptes rendus des Collaborateurs (1895). — 54. Le Cantal Miocène, par M. BOULE. — 55. Roches éruptives basiques et amphibolites de la chaîne de Belledonne, par L. DEPARC.

TOME IX (1897-1898)

56. Le Nord des Alpes-Maritimes, par LÉON BERTHIAUX. — 57. Le porphyre bleu de l'Estrel, par MICHEL-LÉVY. — 58. Tertiaire de la Sologne; Oxfordien et Rauracien de l'Est et du Sud-Est du Bassin de Paris, par A. DE GROSSEVILLE. — 59. Comptes rendus des Collaborateurs (1896). — 60. La bordure sud-ouest du Mont Blanc, les pils couchés du Mont Joly et de ses attaches, par E. RITTEN.

TOME X (1898-1899)

61. Le Massif du Haut Giffre, par E. RITTEN. — 62. Le Portlandien du Bassin de l'Aquitaine, par P. GLANGEAUD. — 63. Comptes rendus des Collaborateurs (1897). — 64. Le granite des Pyrénées, par A. LACROIX. — 65. Notes sur les terrains tertiaires du Plateau des Déserts, près Chambéry, par H. BOULEAU et J. REY. — 66. Le Dôme de la Grésigne (Feuille de Montauban), par E. FOURNIER. — 67. Le Gabbro du Palé et ses modifications, par A. LACROIX. — 68. La grande nappe de recouvrement de la Basse-Provence, par MARCEL BERTHIAUX. — 69. Comptes rendus des Collaborateurs (1898).

TOME XI (1899-1900)

70. Crétacé de l'Aquitaine, par P. GLANGEAUD. — 71. Le granite des Pyrénées, par A. LACROIX. — 72. Géologie du Plateau Central, par M. MOURIER. — 73. Comptes rendus des Collaborateurs (1899). — 74. Etude géologique des Pyrénées, par J. ROUSSEL. — 75. Nouvelles observations géologiques dans les Alpes delphino-provençales, par W. KILIAN. — 76. Géologie des environs d'Aurillac, par M. BOULE. — 77. Les distensions des Buges (Savoie), par M. LUCON. — 78. Régime des eaux et Géologie du Haut-Quercy, par E. FOURNIER.

BULLETIN N° 244.

TOME LIII. — 1955.

LE GRANITE DE BRÉHAT ET SES PHÉNOMÈNES DE CONTACT

PAR

P. LAFFITTE

Ingénieur au Corps des Mines,
Directeur du B. R. G. G. M.

INTRODUCTION

Le plateau du Trégorrois au N et NW de Saint-Brieuc est constitué dans sa partie nord par des terrains granitiques au sud desquels se trouvent d'épaisses séries volcaniques.

Charles Barrois a effectué au cours des levés pour la première édition des feuilles Lannion et Tréguier au 1/80.000 une étude de ces terrains. Les conclusions sont lisibles sur les cartes géologiques : une grande zone de granites (granite de Perros Guirec γ'') roches très polymorphes dont la composition et la structure sont très variables, vient au contact des laves qu'elle injecte. Cette région était d'ailleurs dans son esprit à revoir, puisque même à ses derniers instants il pensait aux problèmes posés par les falaises du Trieux.

Le professeur P. Pruvost m'a indiqué ces problèmes et m'a aidé au cours de cette étude de ses conseils et de sa présence, de même qu'il m'a permis de prendre connaissance des minutes et des archives de Ch. Barrois qui sont utilisées comme on le verra ci-dessous.

L'étude de la partie orientale du granite et des laves m'a conduit aux conclusions exposées dans ce bulletin.

Presque tout le nord du Trégorrois est formé par le granite de Perros-Guirec. A l'W, ses affleurements sont limités par ceux des « gneiss de Trébeurden » sur la feuille de Lannion 1/80.000. Au contact ces gneiss et les bandes de cornéennes et d'amphibolites qu'ils comportent sont injectés de filons-couches concordants. Au N et à l'E, le granite continue au delà de la ligne de rivage, et les flots ou pointements rocheux du large sont presque tous granitiques.

35

CARTE GÉOLOGIQUE. — Bulletin n° 244.

1

Au S, du moins dans la partie orientale que nous décrivons ici, une puissante série éruptive de laves limite la zone granitique. Les dimensions du massif ne peuvent être données de façon exacte puisque ses bordures sont en partie sous la mer. Nous savons néanmoins que d'W en E ses affleurements se présentent sur au moins 50 km et du S au N sur au moins 15 km.

Le plan adopté dans cet exposé est le suivant :

- I. — Description pétrographique du granite.
- II. — Description des laves qui limitent le granite au sud.
- III. — Les intrusions acides dans les laves.
- IV. — Les enclaves du granite.
- V. — Résultats d'analyses chimiques.
- VI. — Exomorphisme et endomorphisme. Recristallisation des laves.
- VII. — Conclusions.

I. — DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE DU GRANITE

Nous décrivons deux types de granite bien nets choisis au sein de roches dont les caractères pétrographiques varient souvent de façon assez continue. Entre ces types, les termes de passage existent. Ceux-ci souvent correspondent à des roches qui présentent, sur le terrain, des caractères moins marqués, mais que l'on peut rattacher à l'un ou l'autre des types décrits.

1. **Le granite aplitique rose de Bréhat.** — Dans la partie NE de l'île de Bréhat, un granite leucocrate d'une belle couleur rose, parfois presque rouge, forme des falaises bien connues des touristes.

La structure de ce granite est irrégulière. Le plus souvent le grain est fin, la taille moyenne des cristaux est de l'ordre du millimètre. Les divers minéraux présentent un faciès arrondi, aplitique. Mais cette régularité n'est pas constante. Au contraire dans certaines zones la taille des cristaux peut croître, le grain moyen devient de quelques millimètres, parfois même la structure devient pegmatitique avec apparition de cristaux de quartz ou d'orthose de plusieurs centimètres. Dans ces zones grossières apparaissent de petites géodes dont les parois sont tapissées de pointements de quartz. La cohésion de la roche est très faible, les grains sont mal cimentés les uns aux autres. La cassure en est granuleuse.

La composition minéralogique est simple.

a) **Le quartz** est très abondant. Dans les zones grossièrement cristallisées il est souvent automorphe, et dans les géodes il forme des cristaux parfaits. Il présente dans d'autres cas des associations en micropegmatite graphique avec l'orthose, plus rarement avec l'albite.

b) **L'orthose** est abondante, avec un faciès en gros cristaux bien formés, à clivages nets, dans certaines zones. Dans d'autres zones, elle se présente en petits grains arrondis, aplitiques. A l'œil nu elle présente une belle couleur rouge brique très soutenue. En lames minces l'altération se manifeste par une granulation fine qui aux faibles grossissements la fait paraître trouble, sale. De petites veinules de perthites la traversent. Cette orthose est rubéfiée et légèrement kaolinisée. Deux analyses chimiques ont été effectuées (laboratoire de Chimie du B. R. G. G.) sur échantillons triés pour étudier l'influence de l'altération sur la composition chimique, et la raison de la coloration rouge.

	Analyse 1	Analyse 2
SiO ₂ . . .	68,90	64,80
Al ₂ O ₃ . . .	18,69	non effectué
Fe ₂ O ₃ . . .	1,10	»
FeO . . .	traces	0,07
TiO ₂ . . .	»	traces
MnO . . .	»	non effectué
MgO . . .	»	»
CaO . . .	0,14	»
Na ₂ O . . .	3,80	2,47
K ₂ O . . .	4,97	8
Cl . . .	non effectué	2,10
P ₂ O ₅ . . .	0,02	non effectué
CO ₂ . . .	traces	traces
H ₂ O- . . .	0,30	0,30
H ₂ O+ . . .	1,32	1,70

L'étude en lame mince permet d'interpréter ces deux analyses : l'échantillon 1 contenait sans doute une proportion non négligeable de quartz en gouttelettes. De plus la perthitisation d'une part et l'altération d'autre part sont assez irrégulières et peuvent varier d'un échantillon à l'autre.

Nous remarquerons en tous cas :

1) Que la teneur en fer malgré la couleur rouge extrêmement prononcée n'est pas très forte. Il s'agit sans doute d'une schilleritisation par très petites particules d'oligiste ou d'oxydes hydratés, 1 % de Fe₂O₃ suffit pour colorer très fortement le feldspath. Il est probable qu'avant altération ce fer était en solution solide (remplacement de Al).

2) Que la kaolinisation assez poussée ne se traduit pas par une présence d'eau en quantité très importante, mais est accompagnée d'une perte de K₂O (cf. 3).

3) Que la teneur en potassium est très faible. Il ne peut s'agir d'une composition anormale dès l'origine car le nombre total des molécules d'alcalis (Na + K) est de toutes façons insuffisant. Il faut de plus tenir compte du fait qu'une partie du sodium dosé dans l'analyse provient de l'adsorption de l'eau de mer par les molécules de kaolin et fixation d'ions Cl et Na.

Nous insisterons surtout sur la troisième remarque : dans l'orthose pure la teneur en potassium est de 16 %. L'étude en lames minces pour tenir compte de la perthitisation, de la présence de quartz non éliminé au triage et du remplacement partiel par Na, nous incite à réduire cette teneur à environ 12 %.

Les teneurs totales en alcalis observées sont bien moindres (8,8 % et 10,5 %), surtout si l'on retranche encore Na provenant du ClNa adsorbé ; elles indiquent l'ordre de grandeur du départ de potassium de la roche qui accompagne la kaolinisation partielle et la libération de Fe sous forme de Fe_2O_3 (cette libération s'accompagne de la neutralisation par l'oxygène d'une valence qui était saturée par un alcalin, 1,10 % de Fe_2O_3 correspond à la libération de 0,7 % de K_2O).

Les effets de l'altération de surface sont donc : exsudation de Fe des tétraèdres (FeO_4) ; apport de H_2O ; diminution de la valeur normale (appréciée à 12 %) à une valeur de 8 % ou 5 % de la teneur en K_2O ; augmentation de la teneur en chlore et en sodium (fixation par le kaolin de ClNa ?) ; augmentation égère des autres teneurs par suite de la disparition d'atomes lourds (K) remplacés en partie par des atomes légers (H).

Nous tiendrons compte de l'influence que les altérations des minéraux ont sur la composition chimique. Il est bon de garder à l'esprit cette influence quand on étudie la géochimie des alcalins et les problèmes d'apports. Il y a toujours lieu de contrôler les analyses chimiques par les études au microscope (et réciproquement !).

Dans l'interprétation d'une analyse de ce granite, nous serons amenés à considérer la perte de K_2O . Comme nous ne connaissons pas la valeur exacte de la correction et que d'autre part les différences de teneurs ne sont pas énormes, nous ne pourrions pas étudier ni tirer de lois précises sur le comportement de (K) dans la suite de cette étude.

c) L'albite est un peu moins abondante que l'orthose. Elle présente fréquemment la macle de l'albite avec dans certains cristaux une association des deux lois albite et péricline. La détermination du plagioclase donne un pourcentage en anorthite de 5 %. L'albite est moins altérée que l'orthose et ne présente pas en lame mince les mêmes granulations.

d) Le mica est très rare. Il se présente en petits paquets de biotite verte altérée. Les plages sont entourées de traces d'oxyde de fer avec quelques granules d'épidote.

e) L'abondance dans certaines zones de *micropegmatite graphique* mérite une mention spéciale. Parfois au voisinage d'un cristal de quartz apparaissent dans un feldspath quelques gouttelettes de même orientation optique. Dans d'autres cas des ramifications et des anastomoses plus fines forment des étoilements, des réseaux. La finesse de ces ramifications peut devenir extrême à tel point qu'aux faibles grossissements la micropegmatite apparaît comme une portion de la lame un peu chagrinée qui auréole des cristaux sains de feldspath ou, plus rarement, de quartz.

Composition chimique. — Deux analyses chimiques ont été effectuées sur des échantillons du granite aplitique au Laboratoire de Chimie du B. R. G. G. comme toutes les analyses que nous citons ci-dessous. D'autres analyses chimiques des mêmes roches avaient été effectuées par M. Ch. Barrois qui seront rappelées dans la discussion du chapitre VI.

Les résultats sont donnés dans le tableau général d'analyse en V, colonnes 1 et 2.

Dans l'une d'elles (colonne 1) une anomalie (teneur en K_2O faible) peut être corrigée en tenant compte de la kaolinisation de l'orthose, qui nous conduirait à multiplier la teneur en K_2O par un chiffre voisin de 2, diminuer nettement H_2O % et réduire les autres teneurs de 1,5 % environ pour avoir un total de 100.

Le granite aplitique de Bréhat est un granite hololeucocrate, très acide, hyperalcalin avec une teneur remarquablement faible en magnésium.

Nous discuterons plus bas au chapitre VI les compositions chimiques.

2. La granodiorite de Pleubian. — Nous prendrons le deuxième type plus à l'W sur la terre ferme entre les embouchures du Trieux et de la rivière de Tréguier. Sur la grève affleure une roche plus sombre dont nous décrirons les caractères tels qu'ils se présentent à l'W du sillon de Talberg.

La structure est régulière, grenue, les grains sont de taille moyenne, quelques millimètres, exceptionnellement un centimètre pour les minéraux allongés ou pour quelques phénocristaux d'allure porphyroblastique.

La roche présente la composition minéralogique d'une granodiorite à amphibole et mica.

Le quartz se présente en cristaux qui épousent le contour des autres minéraux. Il n'est jamais très abondant.

L'orthose est contractée en petites plages que des facules d'albite d'exsudation sillonnent selon une direction souvent contenue dans un plan faisant un angle de 30° avec le plan g_1 (010).

Les plagioclases sont très abondants. Ils se présentent en gros cristaux. Le cœur en est souvent altéré et l'on n'y voit plus que des fantômes de plans de macle. Les bordures par contre sont souvent très claires, le cristal étant comme encapuchonné d'une zone assez épaisse de feldspath peu altéré. Les cristaux sont souvent zonés, à zonation simple, la partie centrale est calcique, la partie externe plus alcaline.

La teneur moyenne en anorthite correspond à une *andésine* à 40 % d'anorthite, parfois 32 %.

Le minéral ferromagnésien le plus abondant est l'amphibole, une *hornblende* pléochroïque dans les tons brun vert à vert 2V = 50° à 60° (négatif) ; certaines plages présentent des teintes beaucoup plus jaunes. Les baguettes d'amphibole sont parfois très grandes. Souvent elles sont altérées en oligiste, avec des granulations de rutile et d'épidote.

La *biotite* est souvent altérée et présente des nodules d'oxydes de fer à son pourtour avec parfois quelques granules d'épidote.

L'*apatite* est fréquente en inclusions dans les amphiboles, les feldspaths et la biotite.

Nous reviendrons sur la composition minéralogique dans le chapitre VI.

Composition chimique. — Une analyse chimique a été effectuée dont les résultats sont donnés dans le tableau du chapitre V, colonne 3.

Nous remarquerons la teneur assez forte en fer et en chaux qui placerait la roche plus près d'une diorite que d'une granodiorite. Néanmoins, la teneur en alcalis est assez forte. Nous conservons le nom de granodiorite pour tenir compte du fait que dans l'échantillon analysé, la teneur en quartz est plus faible que dans d'autres échantillons.

Types intermédiaires. — Géographiquement on peut les trouver tout autour du type 1, granite aplitique de Bréhat, notamment dans l'île de Bréhat sur la côte W et S, les apophyses granitiques ou parfois aplitiques de l'Arcouest et des bords du Trieux, par places sur la grève du Trieux au sillon du Talberg, et dans les flots. Deux analyses chimiques sont données dans le tableau, colonnes 4 et 5.

Pétrographiquement ces granites se différencient surtout par l'abondance d'enclaves du type cornéennes. Ces enclaves n'existent pas dans le type 1, granite aplitique bien marqué, ni dans le type 2, granodiorite, qui contient plutôt des enclaves de laves.

II. — DESCRIPTION DES LAVES QUI LIMITENT LE GRANITE AU SUD

Les limites du massif granitique sont constituées à l'Ouest par le contact entre « granite » et gneiss de Trébeurden, au Sud par les laves du Trégorrois du moins dans la partie orientale du massif. Si le contact occidental peut être intéressant pour l'étude des relations entre granite et gneiss anciens, relations analogues à celles qui existent entre le granite et certains flots de migmatites qui subsistent à l'état d'enclaves dans le cœur du massif, le contact méridional est plus riche d'enseignements. C'est pourquoi nous nous appesantirons plus longuement sur les laves du sud.

Dans une publication antérieure¹ nous avons indiqué les raisons qui nous amenaient à considérer les laves du Trégorrois comme d'âge infracambrien. Nous reprenons ci-dessous une rapide description du gisement de ces laves.

Les trois coupes schématiques sériées que nous donnons correspondent en gros aux coupes naturelles de la rivière du Tréguier, du Trieux et de la côte de Païmpol à Bréhat.

¹ Révision des feuilles de Lannion, Morlaix et Tréguier au 1/80.000. *Bulletin de la Carte Géologique de France*, n° 232, t. XLIX, 1951.

Du sud au nord, nous pouvons faire les remarques suivantes :

Les schistes X reposent en concordance dans chacune des trois coupes sur les laves et tufs schisteux.

A l'intérieur de la série éruptive nous avons des épisodes sédimentaires : zones plus schisteuses où les éléments volcaniques ne forment pas la totalité de la roche, zone de calcaire intercalée dans les laves à proximité de laves en oreillers, avec remise en mouvement de la calcite qui remplit les amygdales de lave bulleuse dans la coupe n° 1 (pointe Guilben), zone de grès quartzite et de schistes ampélitiques sur le Trieux.

Nous avons aussi un certain nombre de phénomènes d'injections qui trouble la régularité de la superposition des épanchements volcaniques successifs.

1) Tout d'abord des filons de dolérite (d'âge permien probable) qui recoupent l'ensemble des roches du Trégorrois. Ces filons rectilignes dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à quelques mètres peuvent se suivre sur plusieurs kilomètres. Nous ne les avons pas figurés sur nos coupes et n'en parlons que pour mémoire.

2) Des affleurements de roches grenues ultrabasiqes recoupent sur la coupe n° 1 et 2 les laves et les schistes X. La forme des affleurements à peu près circulaire suggère un gisement en neck, mais un gisement en lentille n'est pas exclu. Ces roches sont formées presque uniquement de cristaux de hornblende dont la taille peut localement atteindre quelques centimètres, cimentés par un plagioclase basique altéré. Quelques rares petits grenats sont présents. L'épaisseur de ces pointements est très faible, de l'ordre de 100 m environ. A leur voisinage, l'on trouve des filons de roches à structure microgrenue caractérisés par l'abondance de phénocristaux de hornblende.

3) En troisième lieu, nous avons des filons de microgranites et rhyolites que nous décrivons en détail plus bas.

4) Il existe enfin des intrusions d'aplite ou de granite. Ces intrusions peuvent d'ailleurs acquérir en allant vers le nord une telle importance qu'il sera plus logique de parler d'enclaves de lave dans le granite que d'intrusion de granite dans les laves.

Pétrographie des laves.

Les **PHÉNOCRISTAUX** dont la plupart des laves étudiées sont essentiellement : Les *feldspaths plagioclases* assez calciques, dont la teneur en anorthite varie selon les bancs de 30 %, la plupart du temps 32 % à 35 %, parfois 45 % d'Anorthite.

L'*orthose* est présente mais plus rare.

Une *amphibole* (2V = 55° négative) est abondante souvent entièrement pseudomorphosée en oligiste et limonite avec ilménite.

La *biotite* est en moyenne plus rare, en grosses paillettes isolées.

Le *quartz* est presque absent, il existe néanmoins en phénocristaux corrodés.

8 LE GRANITE DE BRÉHAT ET SES PHÉNOMÈNES DE CONTACT

Comme minéraux d'altération, l'épidote et la calcite sont assez fréquentes, parfois la chlorite est présente.

Les microlites sont surtout des microlites de plagioclases parfois d'orthose. La pâte est souvent sériceuse. Nous reviendrons plus bas sur sa recristallisation en éponges.

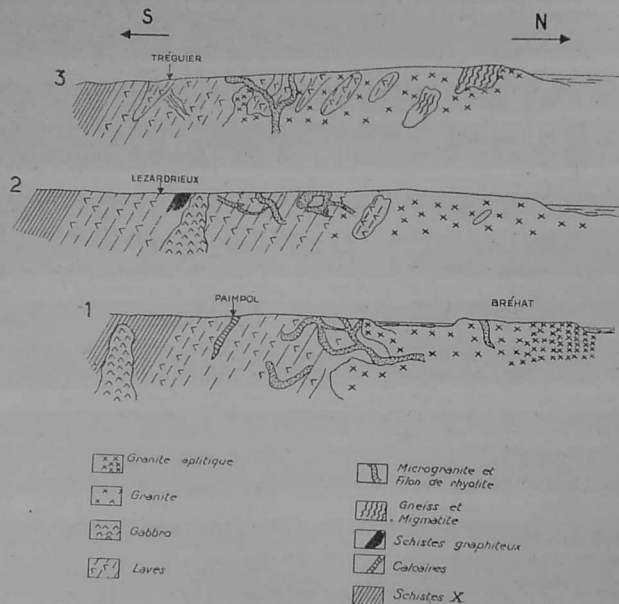


Fig. 1. — Coupes sériees schématiques.

La structure est souvent schisteuse et fluidale, parfois bréchique et, dans d'autres cas, relativement rares, la roche est massive et saine.

Composition chimique. — Des analyses chimiques ont été effectuées. Elles sont données ci-après dans le tableau du chapitre V, colonnes 6, 7, 8 et 9. Nous voyons que la composition correspond à une roche type trachyandésite riche en quartz.

9 LE GRANITE DE BREHAT ET SES PHÉNOMÈNES DE CONTACT

Nous noterons la particulière richesse en K_2O (d'où le nom d'orthophyres donné par Ch. Barrois).

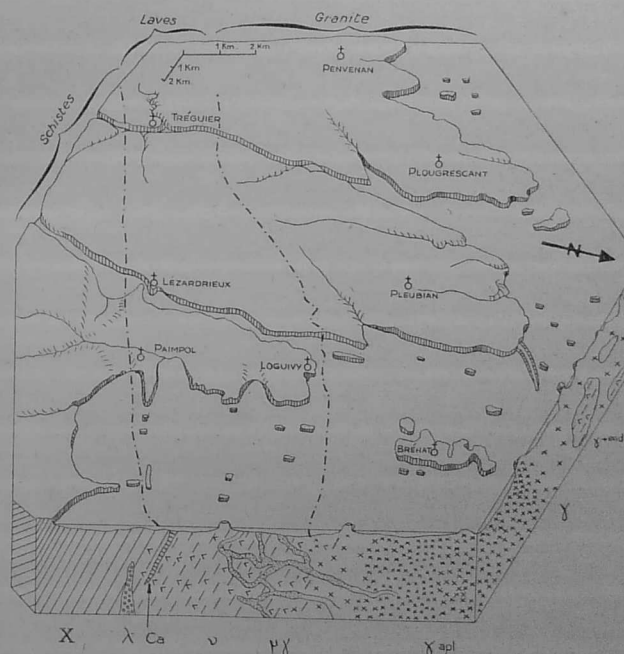


Fig. 2. — Bloc diagramme.

III. — LES INTRUSIONS ACIDES DANS LES LAVES

Charles Barrois avait cartographié les intrusions acides dans les laves soit sous la désignation de γ_2 : microgranulites micropegmatites, porphyres sphérolitiques et pétrosiliceux de Loguivy, soit sous le nom d'aplite γ_2' (avec les aprites basiques γ_2''), soit simplement comme intrusions de granite γ_2''' .

Les caractères pétrographiques des intrusions γ'' , γ''' et γ''' sont à très peu près ceux du granite de Bréhat. L'analyse chimique de la colonne 5 correspond à une telle intrusion à l'Arcoest. Nous nous étendrons un peu plus sur les filons γ_3 que nous appellerons *mg* (microgranites et rhyolites).

Sur la première édition de la feuille de Tréguier, les filons *mg* sont représentés schématiquement comme des bandes parallèles. Une cartographie détaillée permet de représenter à grande échelle sur une étroite bande le long des falaises naturelles leurs véritables conditions de gisement. Les filons recoupent en tous sens les laves et forment un réseau parfois anastomosé, avec des renflements locaux qui peuvent donner naissance à de petits massifs dont les dimensions atteignent 100 m. Souvent par contre ils sont bien réglés, épais de 1 à 10 m et peuvent se suivre individuellement assez loin.

La structure de ces roches est très variable. Les salbandes de certains filons bien réglés sont entièrement vitreuses à structure fluidale, le cœur du filon montre des phénocristaux et souvent des sphérolites feldspathiques à extinction droite. Ces sphérolites peuvent atteindre la dimension de petits pois. Parfois la structure est du type microgranite avec phénocristaux et fond bien cristallisé. Ce fond peut s'organiser et donner naissance à une structure de granite micrographique dans lequel la roche holocristalline est constituée d'un agrégat de cristaux, quartz et albite (10 % An.), et d'associations micrographiques de quartz et d'orthose. La photographie 1 planche I montre un aspect de rhyolite rubanée des filons *mg*, et la microphoto n° 2 donne un exemple de micropegmatite graphique.

La composition chimique de ces roches a été étudiée. Les résultats d'analyse se trouvent dans la colonne 10 du tableau. Les résultats d'autres analyses effectuées par Ch. Barrois (chapitre VI) donnent aussi des précisions sur la composition chimique de ces roches filoniennes.

IV. — LES ENCLAVES DU GRANITE

Nous décrirons ci-dessous les divers types d'enclaves que nous avons rencontrés dans le granite. Toutes correspondent à un défaut d'homogénéisation. Mais alors que le premier ne montre aucune relique d'un état antérieur et pourrait être considéré comme une roche de néoformation, simple lieu de ségrégation, les deux autres sont des reliques épargnées par la granitisation que l'on pourrait étudier pour elles-mêmes.

1. **Enclaves de cornéennes.** — Ces enclaves sont toujours petites, de quelques centimètres à quelques décimètres au maximum. Elles se présentent sous forme de taches sombres de couleur gris vert qui apparaissent au sein d'une masse de granite plus clair. De forme ovoïde ou sphérique elles ne présentent pas d'alignement marqué. Certaines falaises de granite présentent

une telle richesse en enclaves de cornéennes qu'elles paraissent tachetées. Nous avons vu qu'il s'agissait des granites du type intermédiaire.

Une analyse chimique a été effectuée dans la partie centrale d'une enclave de la taille du poing.

Les résultats se trouvent dans le tableau, colonne 11. La discussion du chapitre V montre que cette enclave est sans doute un lieu de ségrégation de fer.

Dans le granite au contact de l'enclave se trouve parfois une zone de plus grande concentration en orthose qui forme une auréole de quelques millimètres d'épaisseur.

Minéralogiquement, l'enclave est constituée de très nombreuses petites baguettes de *hornblende*, de *feldspath orthose* et *plagioclase*, et de *quartz* assez rare. Le grain est en moyenne très fin. Souvent néanmoins l'enclave montre des porphyroblastes de feldspath ou d'amphiboles. Le faciès de ces porphyroblastes est alors identique à celui que ces minéraux présentent dans le granite encaissant. Il apparaît aussi des concentrations locales de baguettes d'amphibole en mouchetures sombres d'aspect rayonné. Ces mêmes mouchetures de la taille de quelques millimètres se retrouvent par endroits dans le granite normal et évoquent alors comme le stade ultime d'une transformation d'enclaves du type cornéenne.

C'est surtout sur la côte ouest de Bréhat et sur les falaises de la côte à l'ouest de l'île que ce type d'enclaves est le plus répandu.

2. **Enclaves de lave.** — Il s'agit maintenant de reliques aisément comparables à des roches de gisement voisin et connu. Certaines enclaves sont formées de laves plus ou moins transformées, identiques à celles des coulées voisines.

Quelques-unes de ces enclaves sont de la taille du poing. Il en existe de bien plus grandes, dont les dimensions atteignent quelques décimètres ou même beaucoup plus comme nous l'avons indiqué sur nos coupes. Parfois ces enclaves sont recoupées par des filonnets d'aphte ou même de granite.

Minéralogie. — La lave est d'un type banal qui est tout à fait analogue à celui que l'on trouve dans les grandes coulées situées à quelques kilomètres au S. Les phénocristaux sont des *feldspaths* souvent totalement séricitisés ; certaines reliques montrent qu'il s'agit d'orthose et d'un plagioclase acide ; des *Amphiboles* hornblende parfois transformés en ouralite et de la *biotite* en rares paillettes.

Le fond est parfois amorphe mais souvent recristallisé en un agrégat de grains arrondis très fins de feldspath essentiellement, de quartz et l'amphibole en aiguilles de hornblende le plus souvent verte. Sont fréquents aussi l'épidote et la chlorite. Signalons des grains de rutile de très petite taille.

Dans certains cas les minéraux leucocrates n'ont pas de contours cristallographiques et prennent le faciès d'éponges de recristallisation.

Dans d'autres cas, ils présentent au contraire des formes bien marquées et la taille du grain s'accroît.

Nous reprenons d'ailleurs cette étude dans le chapitre VI.

3. Enclaves de gneiss et migmatites. — Les enclaves de ce type sont beaucoup plus volumineuses, elles peuvent atteindre quelques centaines de mètres et sont cartographiables.

Il s'agit de lambeaux non digérés de roches anciennes que l'on peut assimiler aux gneiss de Trébeurden qui limitent le granite plus à l'E.

Ces lambeaux, ces reliques du socle ancien sont des roches fortement métamorphiques qui ont subi des phénomènes d'injection et de migmatisation.

Malgré la petite surface de ces roches, on peut y distinguer divers types : amphibolites à structure fine, amphibolite migmatique dont la structure granoblastique grossière fait penser à un gabbro, gneiss ocellés, migmatites rubanées avec injections en lits concordants. Parfois, plus rarement, l'apport se manifeste sous forme d'aplite ou de pegmatite rose en filonnets discordants.

La photo 3 montre un échantillon de gneiss imprégné et traversé par des filonnets de granite aplitique, qui par la suite a été fracturé par de multiples faillettes et recimenté par du quartz.

Une autre enclave (photo 4) de gneiss est particulièrement intéressante car on y voit le gneiss traversé par un filon de lave, l'ensemble étant recoupé par des filons d'aplite.

V. — RÉSULTATS D'ANALYSES CHIMIQUES

Le tableau A ci-dessous donne un certain nombre de résultats d'analyses¹.

Nous donnons pour les mêmes roches les résultats sous forme de nombre d'atomes dans le tableau B.

Le nombre d'atomes O s'obtient en faisant la somme $\frac{5}{2}P + 2(Si + Ti + C) + \frac{3}{2}(Al + Fe''') + (Fe'' + Mn + Ca + Mg) + \frac{1}{2}(Na + K)$ et en retranchant $\frac{1}{2}(OH)$. H₂O et CO₂ sont calculés à part, pour tenir compte de la possibilité d'actions superficielles.

Précision de ces analyses. — Nous tenons à donner en même temps que les chiffres la précision avec laquelle ils semblent connus.

a) *Erreurs dues au prélèvement et à la quantité broyée*². — Elles ne dépassent pas 5 % en valeur relative en moyenne, sauf pour le phosphore et CO₂, où

¹ Analyses effectuées au laboratoire de Chimie du B. R. G. G. Méthode d'analyse décrite par M. Montagne. Rapport B. R. G. G., A 592.

² L'appréciation de ces erreurs a été effectuée selon la méthode indiquée par l'auteur P. LAFFITE. Précision des Analyses chimiques. B. S. G. F., 1953, 6^e série, t. III, p. 723.

elles peuvent atteindre 10 % pour les roches 3 et 9 qui contiennent parfois d'assez gros cristaux d'apatite.

TABLEAU A. — Teneurs en pourcentages pondéraux.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	78,44	75,04	58,90	66,26	71,17	60,51	61,42	66,00	66,32	74,25	59,85
Al ₂ O ₃	12,23	12,06	16,68	16,00	15,44	16,39	15,45	15,68	16,32	12,88	15,72
Fe ₂ O ₃	1,12	1,19	2,62	1,47	1,12	3,37	2,95	2,29	2,26	2,19	3,05
FeO	0,33	0,28	3,87	2,43	1,66	1,76	3,28	2,01	2,21	0,21	4,44
TiO ₂	0,08	0,07	0,73	0,36	0,38	0,76	0,68	0,60	0,59	0,12	0,77
MnO	0,02	0,01	0,06	0,06	0,03	0,08	0,05	0,07	0,04	0,00	0,07
CaO	0,85	0,38	6,00	2,88	2,40	2,36	4,57	3,75	3,87	0,32	4,48
MgO	traces	1,00	1,70	0,56	1,88	2,34	1,50	1,49	1,21	traces	1,92
Na ₂ O	3,51	2,77	3,33	3,00	4,28	2,40	4,24	2,36	1,61	4,43	3,75
K ₂ O	2,02	4,58	2,66	3,53	2,16	4,58	3,46	3,64	2,98	3,38	2,37
P ₂ O ₅	0,02	0,03	0,32	0,15	0,16	0,31	0,30	0,29	0,23	0,12	0,28
CO ₂	0,32	0,64	0,43	0,31	0,70	0,94	traces	traces	0,61	0,34	traces
H ₂ O	0,26	0,27	0,23	0,59	0,45	0,10	0,20	0,15	0,23	0,25	0,21
H ₂ O+	0,70	1,97	2,30	1,88	1,50	3,75	2,42	1,70	1,55	1,35	3,01
Total	99,90	100,29	100,03	99,48	100,33	100,32	100,32	100,03	100,03	100,24	99,92

1) Granite aplitique de Brehat.
2) Granite aplitique de Brehat (b₁).
3) Granodiorite de Pleubian (g).
4) Granite côte W Brehat (b₂).
5) Aplite de granite l'Arcoest (g₂).
6) Lave Falaise du Trieux (c).
7) Lave Rive du Landy (s).
8) Lave recristallisée Loguivy (f).
9) Lave recristallisée Loguivy (f).
10) Filon de mg Loguivy (a).
11) Enclave dans le granite (b₂).

TABLEAU B. — Nombre de milliatomes g dans 100 g de roche.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Si	1.306	1.250	981	1.104	1.186	1.008	1.023	1.100	1.105	1.237	997
Al	240	236	328	314	283	322	304	308	320	252	308
Fe	19	20	86	51	37	72	93	56	59	31	99
Ti	0	0	9	5	5	10	9	8	8	4	10
Mn	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1
Ca	15	7	107	52	43	42	81	67	70	9	80
Mg	0	25	42	14	47	62	32	37	30	0	47
Na	56	45	56	48	21	39	68	38	26	71	60
K	21	49	29	37	23	49	37	38	32	36	25
P	0	0	5	2	2	4	4	4	3	2	4
OH	77	218	234	209	166	416	270	190	172	150	334
O	3.013	2.851	2.654	2.759	2.384	2.566	2.672	2.758	2.780	2.811	2.599
H ₂ O	14	15	12	32	25	5	11	8	12	14	11
CO ₂	7	15	10	7	16	21	0	0	13	12	0

b) *Erreurs d'analyse chimique.* — A chaque chiffre donné par le chimiste correspondent deux ou parfois trois essais dont il est la moyenne. On peut effectuer les calculs statistiques qui montrent pour chaque élément dosé par le chimiste la valeur de l'écart-type de la répartition statistique des mesures autour de la moyenne. Cet écart-type dans le cas particulier est très faible. Les roches n'avaient d'ailleurs présenté aucune difficulté spéciale d'analyse.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO total	CaO	HgO	Na ₂ O	K ₂ O
σ	0,10	0,10	0,05	0,10	0,10	0	0

Erreurs systématiques. — Nous pouvons dépister les erreurs systématiques en considérant les totaux. La moyenne des 11 totaux est $m=100,08$. La variance σ^2 autour de ce total, si i est un résultat et n le nombre d'essais est :

$$\sigma^2 = \frac{\sum(i-m)^2}{n-1} \quad n=11 \quad \sigma^2=0,067.$$

D'où :

$$\sigma=0,25.$$

La comparaison de la moyenne m à la valeur théorique 100 à l'aide des tables de Student Fischer montre qu'il n'y a pas d'erreur systématique décelable sur le total.

c) *Non-homogénéité de la roche.* — Nous ne pouvons pas à partir de l'analyse d'un échantillon étendre les conclusions à la roche, sans étude critique.

Dans notre cas, l'étude en lames minces montre que pour les granites intermédiaires il y a possibilité de changements graduels de composition chimique, et que la composition minéralogique des laves est sujette à variation. Mais même dans le cas où pétrographiquement la roche semblait bien homogène l'analyse chimique de deux échantillons nous montre des différences (en particulier colonnes 1 et 2). Ces différences peuvent être dues aux écarts statistiques ou à des différences de composition.

VI. — EXOMORPHISME ET ENDOMORPHISME. RECRISTALLISATION DES LAVES

Nous allons aborder avec ce chapitre une partie moins strictement descriptive et au cours de laquelle nous serons amenés à nous guider sur certaines hypothèses de travail, suggérées à la fois par les levés cartographiques détaillés, l'étude minéralogique et l'interprétation des analyses chimiques.

Jamais le contact franc d'une grande masse de granite avec des laves caracté-

térisées n'est visible. Le recouvrement de limon à l'intérieur des terres et l'altération superficielle empêchent toute étude. Sur les coupures naturelles, falaises et grèves, on se trouve toujours devant un problème cartographique :

Devant un affleurement déterminé, il n'est en général pas possible sur le terrain de savoir si l'on doit le noter comme affleurement de granite ou de roche effusive. Cette remarque vaut non seulement pour les échantillons altérés mais aussi sur les surfaces fraîches.

L'étude minéralogique en lames minces donne l'explication du dilemme sans résoudre le problème cartographique, et permet d'énoncer l'hypothèse suivante :

Une grande partie du granite de Perros-Guirec, particulièrement toutes les portions qui présentent un faciès analogue à celui que nous avons décrit comme granodiorite de Pleubian, n'est que le stade ultime d'une transformation métamorphique par recristallisation de roches d'épanchement identiques à celles qui forment la masse des grandes coulées du Trégorrois.

En face d'un affleurement douteux il ne s'agit donc plus de choisir entre granite et lave mais simplement entre état plus ou moins avancé de recristallisation.

Les arguments qui nous ont conduit à cette façon de voir sont de divers ordres, arguments strictement chimiques tirés des résultats d'analyse, arguments minéralogiques provenant de l'étude détaillée au microscope polarisant, arguments géologiques consécutifs aux essais de cartographie.

A. — Etude chimique.

1. ANALYSES B. R. G. G.

Nous donnons dans le tableau ci-dessous une récapitulation de quelques résultats d'analyse chimique. Nous avons classé les roches en deux groupes.

Le premier groupe (colonnes 1, 2 et 10 du tableau B) moyenne I correspond aux analyses du granite aplitique de Bréhat et des filons mg. (1. Granite aplitique de Bréhat. 2. Granite aplitique de Bréhat. 10. Filons mg Loguivy).

Le deuxième groupe (colonnes 6, 7, 9, 8 et 3 du tableau B) moyenne II correspond à quatre analyses de lave du bord du Triqux, du Landy et de la côte à l'W de Loguivy, et à l'analyse de ce que nous avons appelé granodiorite de Pleubian (6. Lave falaise du Trieux. 7. Lave rive du Landy. 9. Lave Loguivy. 8. Lave Loguivy. 3. Granodiorite de Pleubian).

Enfin les colonnes 11 et 4 correspondent à l'analyse d'une enclave de cornéenne 11 dans un granite 4 dont les caractères minéralogiques sont intermédiaires entre ceux du granite aplitique de Bréhat et de la granodiorite de Pleubian (11. Enclave dans le granite. 4. Granite côte W de Bréhat).

Nous ne reprenons pas dans le tableau ci-dessous le nombre d'atomes Al et ne considérons que le fer total de façon à éliminer l'effet de l'oxydation superficielle sur les échantillons prélevés.

TABLEAU C. — Nombre de millièmes g par 100 g de roche.

	I			II					11	4	I	II
	1	2	10	6	7	9	8	3				
Si	1.306	1.250	1.237	1.008	1.023	1.105	1.100	981	997	1.104	1.266	1.033
Fe	19	20	31	72	93	39	56	86	99	51	22	72
Ti	0	0	1	10	9	8	8	9	10	5	1	9
Mn	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Ca	15	7	9	42	81	70	67	107	80	52	11	75
Mg	0	25	0	62	32	30	37	42	47	14	7	40
Na	36	45	71	39	68	26	38	56	60	48	37	44
K	21	49	36	49	37	32	38	29	25	37	37	37
P	0	0	2	4	4	3	4	5	4	2	0	4

Nous constatons que les deux groupes sont nettement différenciés.

Dans le groupe I, nous avons : grande abondance de silicium, pauvreté en fer, magnésium, manganèse, titane de même qu'en calcium et phosphore.

Dans le groupe II la teneur en fer est triple de celle du groupe I, en magnésium quintuple. Il y a près de 6 fois plus de calcium, de manganèse, de titane et de phosphore.

Remarquons que le nombre d'atomes alcalins est à peu près équivalent ; mais alors que dans le groupe I nous avons à peu près égalité entre le nombre d'atomes alcalins et la somme alcalino-terreux + ferromagnésiens, dans le groupe II nous n'avons qu'un alcalin pour 5 atomes ferromagnésiens + alcalino-terreux.

Les écarts-type des répartitions des résultats à l'intérieur de chaque classe sont bien inférieurs aux différences entre les deux classes, ce qui justifie notre mode de classement. Le granite de la colonne 4 comme d'ailleurs l'aplite de la colonne 5 tableau V, a une composition intermédiaire entre les deux groupes. La composition de l'enclave dans le granite (11), correspond à très peu près à la composition moyenne du groupe II. Nous ne notons qu'une différence sensible, la teneur en FeO. Cette différence est-elle significative ?

La loi statistique des teneurs en FeO pour les 5 analyses du groupe II correspond à un écart-type σ que nous pouvons calculer facilement, si f est la valeur de la teneur et m la valeur de la moyenne :

$$\sigma^2 = \frac{\sum(f - m)^2}{n - 1} = \frac{3,67}{4} \quad \sigma = 0,9.$$

Il n'y a que 5 chances sur 100 pour qu'un échantillon appartenant à la classe II s'écarte de plus de $2\sigma = 1,8\%$ de la valeur moyenne 5,2. Comme ici la teneur observée 7,2 % s'écarte de 2 % de la valeur moyenne, nous avons plus de 95 chances sur 100 pour que cette différence ne soit pas l'effet du

hasard. En d'autres termes il y a de fortes chances (si le nombre de roches du groupe II était beaucoup plus grand, il s'agirait presque d'une certitude, pour que l'enclave ait été un lieu de concentration anormale de fer. Il n'en est pas de même pour le magnésium.

Remarquons enfin la facilité extrême avec laquelle la granodiorite de Pleubian vient se placer à l'intérieur du groupe II. Il n'est pas besoin d'utiliser de critère statistique pour étudier les différences de teneurs en l'un des éléments car, pratiquement, il n'y en a pas.

Nous pouvons donc dire qu'au point de vue chimique la roche de Pleubian se rattache aux laves du groupe II et se sépare nettement des roches du groupe I.

2. ANALYSES DE CH. BARROIS

Nous pouvons compléter cette étude chimique en nous servant d'un certain nombre d'analyses effectuées par Charles Barrois dont les résultats sont conservés au Laboratoire de la Faculté de Lille. Ils sont consignés au dos de fiches qui comportent les descriptions minéralogiques et le numéro de la lame mince correspondante. Dans le tableau D figurent les analyses suivantes que nous classons dans les groupes I et II selon les mêmes lois que ci-dessus.

Groupe I :

Roches acides correspondant à notre groupe I. Les analyses de Barrois correspondent à des échantillons pris dans les salbandes fluidales des filons γ_2 ou au corps de ces filons ; mais aucune ne porte sur le granite aplitique de Bréhat.

Groupe II' :

Roches plus basiques : une lave et deux échantillons de ce que nous appelons : « lave transformée en granodiorite ». Ceci correspond à notre groupe II.

Groupe III' :

Enfin deux analyses de granite correspondent à nos deux analyses d'échantillons pris en des points différents aux alentours de Bréhat.

Groupe I :

- Roche C 665 Barrois : Porphyre γ_2 Salbande fluidale. N l'Arcouest en Ploubazlanec. Classée γ_2 au crayon ultérieurement.
- Roche C 504 Barrois : Porphyre pétrosiliceux fluidal. Lesvellec en Paimpol. Classée γ_2 .
- Roche C 960 Barrois : Microgranite. Crech an run en Pleubian. Présence de micropegmatite.
- Roche A 261. D'après Barrois : Aplite violette récente. Kerium en Plougrescant.

Groupe II :

— Roche A 263. D'après Barrois : Orthophyre de la région de Port Beni en Pleubian. Lave avec recristallisation en associations micrographiques. Il existe deux analyses dont nous donnons la moyenne.

— Roche A 262. D'après Barrois : Orthophyre. Mez Gren.

— Roche C 667. D'après Barrois : Orthophyre.

Loguivy en Ploubazlanec. Classée γ'' . Il s'agit d'après la lame d'une lave dont la pâte a subi un début de recristallisation qui donne des extinctions par éponges.

— Roche A 92. D'après Barrois : Diorite enclave du granite.

Cap Saint-Gonery. Classée ensuite γ''' ancien. Dans la lame se trouvent des plagioclases à bordures claires. La structure est identique à celle de la granodiorite de Pleubian.

— Roche A 178. D'après Barrois : Enclave du granite puis granite pegmatique.

Ile d'Er. Classée enclave γ'' . La description indique la présence de plagioclases encapuchonnés (expression de Barrois) à bordure claire. Les grains de quartz contiennent des lignes d'inclusions liquides. Le mica noir est qualifié de métamorphique par Barrois.

Groupe III :

— A 259 et A 260. D'après Barrois : granite.

Ferme d'Er et Porshi. Par endroits le granite contient des associations micrographiques.

Le tableau D ci-dessous donne les teneurs en SiO_2 , Al_2O_3 , FeO (tout le fer a été reconverti en FeO comme précédemment), CaO , MgO , Na_2O et K_2O et le total. Nous ne connaissons pas la valeur de ces analyses mais nous pouvons étudier indirectement leur précision.

1) La moyenne du total devrait être égale ou très proche de 100. Or la moyenne nous donne une valeur de 100,6 à peu près. L'écart-type $\sigma = \sqrt{\frac{\sum(i-m)^2}{n-1}}$ autour de cette moyenne est de $\sigma = 0,8$. Cet écart-type est trois fois plus grand que celui que nous avons obtenu pour les analyses du B. R. G. G. Les écarts statistiques sont donc plus grands. On peut aussi prouver l'existence probable d'erreurs systématiques par excès. L'épreuve de cette moyenne dans la table de Student Fischer nous montre que la différence par rapport à 100 est significative et n'est pas due au hasard, avec une probabilité de 97 %.

2) Comparaison avec des analyses de roches analogues effectuées au cours de cette étude. La comparaison semble indiquer que les teneurs en FeO , CaO , MgO , Na_2O et K_2O sont exactes. Les teneurs en SiO_2 et Al_2O_3 sont plus difficilement contrôlables et sont sans doute responsables des écarts observés.

3. CONCLUSIONS D'ORDRE CHIMIQUE

L'ensemble de toutes ces analyses chimiques nous indique bien l'existence d'un groupe de roches I, très riche en silice, très pauvre en fer, en calcium, en magnésium, riche en alcalis. Ce groupe I, correspond aux intrusions γ_2 et au granite aplitique de Bréhat.

A côté de ce premier groupe, on peut en trouver un deuxième formé par les laves du Trégorrois, dont les caractères sont bien différents : richesse en fer, magnésium et calcium nettement plus grande, pauvreté en silice, richesse en alcalis. Les constituants accessoires Ti, Mn et P permettent eux aussi de différencier les deux groupes. Nous constatons que la « granodiorite de Pleubian » et les roches pétrographiquement analogues analysées par Barrois viennent merveilleusement se ranger parmi les laves.

TABLEAU D. — Analyses (Ch. Barrois) en pourcentages pondéraux.

	I'				II'						III'	
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
SiO_2	75,3	71,2	71,7	77,5	61,5	64,5	69,5	56,6	64,3	58,20	70,6	66,9
Al_2O_3	14,4	11,3	13,7	14,36	21,3	18,9	18,20	22,30	19,2	22,6	17,7	19,6
FeO	1,6	1,3	2,1	1,5	5,10	4,85	3,0	7,3	4,6	6,3	3,0	3,7
CaO	0,4	0	0,51	0	3,65	3,37	2,2	4,36	1,75	5,04	0,67	1,08
MgO	0,62	0,17	0,51	0,25	2,10	1,67	1,53	3,08	1,66	1,50	0,25	0,75
Na_2O	2,36	2,36	3,57	3,50	3,02	2,82	2,84	2,58	3,25	4,45	4,72	5,31
K_2O	4,82	6,67	4,72	3,32	2,70	2,77	3,15	2,17	2,81	2,08	2,02	3,56
Feu	0,41	0,50	0,50	0,62	1,62	0,88	1,00	2,12	1,62	1,24	0,62	1,25
Total	99,65	100,56	99,36	101,26	101,22	99,86	101,48	101,05	99,25	101,69	100,64	100,37

a) Salbande fluidale de filon γ_2 . L'Arconest C 665.
b) Filon γ_2 . Lesvellec C 504.
c) Crech an Run en Pleubian C 960.
d) Kérim (Y₂) A 261.
e) Orthophyre π Port Beni centre A 263.
f) " " salbande A 263.
g) Lave Loguivy C 667.
h) Enclave de diorite Cap Saint-Gonery A 92.
i) Enclave du granite Ile d'Er A 178.
j) Orthophyre Mez Gren A 262.
k) Granite Porstins A 260.
l) Granite Ferme d'Er A 259.

Les granites dont les caractères sont intermédiaires entre ceux des granites I et des granodiorites II correspondent à des compositions chimiques intermédiaires.

B. — Etude pétrographique et géologique.

Nous avons déjà indiqué la grande difficulté qui apparaît lors de la cartographie détaillée. L'incertitude dans laquelle nous nous sommes trouvés nous a conduit à effectuer de très nombreuses lames minces. Leur étude nous a montré que des roches très variées présentent divers états de recrystallisation.

Les structures observées montraient l'existence de tous les stades intermédiaires, depuis les roches à structures de lave normale ou à structure microgrenue jusqu'à des roches à structure de granite.

Nous pouvons schématiquement décrire divers stades correspondants à des recrystallisations plus ou moins poussées :

Etat 1. — Lave normale ou Roche microgrenue normale ; des phénocristaux à contours nets sont épars dans un fond entièrement vitreux, ou amorphe parsemé de quelques microlites ou encore formé d'un agglomérat de cristaux très petits à structure aplitique.

Etat 2. — Le fond de la lame présente un début d'organisation. Des plages en éponge s'éteignent en même temps. Dans les phénocristaux, les feldspaths montrent une auréole fraîche parfois tout à fait transparente avec un cœur pétri d'inclusions. Cette auréole claire est de taille équivalente dans tous les phénocristaux qui par ailleurs ne paraissent pas zonés.

Cet état de la recrystallisation est très difficile à rendre en microphoto. Les photos 5 et 6, planche II, en donnent une vague idée.

Etat 3. — Le fond est mieux recrystallisé ; on constate par endroits des intercroissances entre quartz et feldspath. Ces intercroissances présentent soit des formes graphiques (photos 7 et 8, planche II) soit des aspects myrmékite. Les photos 9 et 10, planche II, puis 11, 12 et 13, planche III, donnent pour deux autres échantillons un aspect localement légèrement plus avancé de la recrystallisation. On y entrevoit les bordures claires de quelques microlites.

Etat 4. — Dans les photos 14, 15 et 16, planche III, l'on voit une recrystallisation déjà bien plus nette, le fond amorphe est organisé en micropegmatites. Les photos 17, 18 et 19 de la planche IV sont encore plus nettes. Des éponges de quartz sont en voie de contraction. Certaines zones de la même lame (photos 20 et 21, planche IV) pourraient déjà passer pour des microphotos de roches grenues.

Etat 5. — La recrystallisation du fond est accentuée, le grain est devenu nettement plus gros. On reconnaît encore les phénocristaux primitifs qui sont identiques à ceux des états 2 et 3 parfois cassés (amphibole des photos 23 et 24 planche V) avec les bordures claires des feldspaths ; l'ancien fond est transformé en cristaux de taille plus petite. Par endroits photo 22 il reste de la micropegmatite et parfois un agglomérat de matière beaucoup plus mal cristallisée.

Quand il y a une grande proportion de phénocristaux de feldspaths, d'amphibole et de micas, les bordures des feldspaths se sont développées jusqu'au contact de cristaux de quartz uniques et la structure devient identique à celle d'une structure granitique. Seuls par endroits dans la plaque, de petits résidus de micropegmatite et l'allure floue ou granuleuse des contacts entre quartz et bord extérieur de la bordure claire peuvent attirer l'attention (Photos 25 et 26, planche V).

Dans d'autres cas enfin (Photos 27 et 28, planche V) la présence de micropegmatite de grain grossier ne saurait seule, en absence des environnements géologiques nous indiquer les caractères particuliers de la roche.

Ces modifications de la structure s'accompagnent de modifications de composition assez faibles. Les analyses chimiques données ci-dessus (colonnes 8 et 9) correspondent à deux échantillons distants de quelques décimètres dont les états de recrystallisation sont assez différents. Les échantillons sont suffisamment proches dans un ensemble bien homogène pour que l'on puisse tenter de comparer leurs analyses.

La seule différence de composition significative provient des alcalins, la teneur passe de 2,98 à 3,64 pour K_2O et de 1,61 et 2,36 pour Na_2O .

Les autres différences sont trop faibles pour être vraiment significatives. On voit que la différence liée à un développement important de micropegmatite est relativement faible. L'étude critique de l'influence des erreurs dues aux analyses chimiques et à l'échantillonnage montre que cette différence pourrait éventuellement être encore plus faible. Il ne semble pas pourtant que l'on doive l'attribuer entièrement à des fluctuations statistiques.

VII. — CONCLUSIONS

La transformation de laves en roches à structure de granite par recrystallisation progressive a déjà été évoquée : A. Demay (1937)¹ (1941)² (1952)³ étudiant la genèse du granite de Châteauneuf, de la liaison entre granites et aplites microgranites et rhyolites, constate l'évolution progressive par dévitrification des types pétrosiliceux vers des types granitiques. Il conclut que dans ce cas le granite résulte de la consolidation d'un magma fondu puis d'une dévitrification et des cristallisations successives à température assez basse.

Des conclusions analogues ont été tirées par Edouard Fauvelet et Jean Hindermeier⁴ dans leur étude d'une région de l'Anti-Atlas Central au S de Ouarzazate où des rhyolites et des microgranites sont associés à une zone de granite leucocrate pauvre en magnésie.

¹ DEMAY (André), 1937. *C. R. Soc. Géol.*, 5^e s., t. VII, 1937, p. 172.

² DEMAY (André), 1941. *C. R. Ac. Sc.*, t. CCXIII, 1941, p. 455.

³ DEMAY (André), 1952. *Cong. Géol. Int.*, Alger. Résumés, Section VI.

⁴ FAUVELET (E.) et HINDERMEIER (J.), *C. R. Ac. Sc.*, t. 234, 1952, p. 2626.

Si les exemples cités ci-dessus présentent un point commun avec notre cas de la granodiorite de Pleubian, recristallisation progressive d'une lave aboutissant à un faciès granite, des différences essentielles subsistent :

A Pleubian les laves qui recristallisent ne sont pas des laves acides mais relativement basiques. D'autre part, alors que dans les cas cités il semble évident qu'il n'existe qu'une seule et même manifestation magmatique, rien ne nous permet actuellement d'affirmer que la mise en place du granite aplitique de Bréhat, de son cortège de microgranite et la recristallisation soient des phénomènes presque contemporains des éruptions volcaniques gigantesques qui ont donné naissance à la série des laves du Trégorrois. Il paraît plus probable, sans qu'il y ait pour étayer cette affirmation de preuves certaines, que le granite de Bréhat corresponde à un cycle ultérieur (hercynien ?).

Le phénomène décrit n'est donc pas tellement à rapprocher des phénomènes que l'on peut qualifier, en étendant le terme, d'*Autométamorphisme* de laves, mais plutôt d'un métamorphisme de contact. Citons à ce sujet un article de Doris Reynolds (1937) ¹ dans lequel des phénomènes de contact sont décrits en grand détail. Les photographies de micropegmatites métamorphiques qui illustrent ce travail sont analogues à celles publiées ci-dessous.

Cette recristallisation métamorphique peut aussi être exprimée en termes de granitisation métamorphique avec un front de granitisation particulièrement étendu puisque entre granite aplitique franc et lave non transformée nous pouvons avoir sur plusieurs kilomètres des roches intermédiaires.

L'étude cartographique indique la présence de ces phénomènes de recristallisation métamorphique, dans toutes les zones où les laves viennent s'approcher du foyer du granite aplitique de Bréhat.

Signalons, en particulier, les coupes naturelles des deux rives du Trieux au N de Kerbloeh et de Landebis, les plages au N et NW de Pleubian, les deux rives du Jaudy au N de Pleudaniel et de Tréguier, et la côte à l'E et au N de Plongrescant.

Cette recristallisation est tout à fait irrégulière ; par endroits elle paraît plus importante au voisinage d'importants massifs de microgranite ou lorsque de nombreux filons ou veinules traversent les laves anciennes. Dans d'autres cas des laves entièrement saines sont environnées de zones très fortement recristallisées. Parfois ces irrégularités correspondent à ce que nous avons appelé enclaves de laves dans le « granite », le granite étant alors très nettement du type « Pleubian ». Parfois d'assez grandes masses de lave, d'allure encore filonienne sont en contact, souvent par surfaces faillées, avec des masses plus franchement granitiques. Cette irrégularité de la recristallisation et l'impossibilité de cartographier laves et granite et de les reconnaître sur le terrain sont parmi les raisons qui ont conduit à cette nouvelle interprétation de la géologie de la région.

¹ REYNOLDS (DORIS). *Proceedings of the Geologists' Association*, Vol. XLVIII, part 3, octobre 1937, pp. 247-275.

Résumons ci-dessous en guise de conclusion les principales idées que nous tirons de cette étude du granite de Bréhat :

a) *Recristallisation métamorphique des laves.* — Toute la partie nord des roches d'épanchement du Trégorrois a subi une recristallisation métamorphique. Cette recristallisation est progressive et irrégulière. Dans les cas extrêmes elle aboutit à la formation des roches dont le type est la « Granodiorite de Pleubian ». L'apport chimique qui accompagne cette cristallisation n'est pas très intense et se réduit à un apport alcalin peu important dont l'existence même est encore douteuse.

b) *Les granites intermédiaires.* — A partir du moment où la recristallisation est totale, les phénomènes de mobilisation chimique et d'apport deviennent plus importants.

La roche devient ce que nous avons appelé granite intermédiaire, dans lequel existent des petites enclaves de type cornéenne, lieux de concentration en fer. La composition chimique indique un apport important d'alcalin et de silice, et corrélativement une diminution de teneur en fer, chaux, magnésium, titane, manganèse et phosphore.

c) *Le foyer de l'apport.* — A mesure que l'on se rapproche du granite aplitique de Bréhat, cet apport s'intensifie.

La composition des granites tend vers celle du granite aplitique. Ce dernier correspond à peu près à ce que Sederholm aurait appelé ichor = quartz et feldspaths alcalins. Silice, alcalins et alumine des feldspaths sont les seuls constituants importants dans l'analyse chimique. C'est en somme l'apport à l'état pur, dans lequel le magnésium, le fer, le calcium sont subordonnés et disparaissent presque totalement de la composition. Ce foyer de l'apport se présente sous forme grenue dans l'est de l'île de Bréhat.

Au sud de cette zone, se trouve une région où les filons mg, qu'ils présentent une structure fluidale ou microgrenue, sont particulièrement abondants. L'étude minéralogique et chimique nous a montré le rapport étroit qui existe entre ces filons et le granite aplitique : caractères chimiques identiques, présence d'analogies minéralogiques très grandes. Nous sommes ainsi amenés à considérer que ces filons correspondent au faciès d'injection magmatique qu'a pris l'apport soit au cours d'un stade de rhéomorphose, soit au cours d'un apport magmatique postérieur.

Dans les laves métamorphiques et les « granites intermédiaires » au contraire, ces interventions de la profondeur ont pris une forme plus subtile et ne se manifestent que par un apport chimique d'abord discret et réduit aux alcalins, puis plus important mais restant généralisé et non différencié en filons.

d) *Différenciation métamorphique.* — Rien ne nous permet d'affirmer que la totalité des éléments leucocrates provient d'un apport de la profondeur ; nous pourrions aussi admettre un départ des éléments Mg, Fe, Ca, Ti, Mn, P. Cette hypothèse conduirait au même exposé qu'en a, b et c avec de simples modifications de langage.

Le granite aplitique apparaît alors comme le résultat d'une vaste différenciation métamorphique avec départ de Mg, Fe, Ca. Les pointements de roches ultrabasiques (hornblendites) signalées dans les laves du Sud pourraient dans ce cas constituer un autre pôle de cette différenciation, une sorte de « front basique magnésien ». Les possibilités d'observations offertes par les falaises dans les alentours de Bréhat sont trop peu nombreuses pour nous permettre d'analyser plus avant cette deuxième façon de voir.

L'étude détaillée des granites et des laves du Nord du Massif Armoricain (notamment dans le Briovérien du Cotentin) permettra peut-être de progresser dans l'étude de ces problèmes.

PLANCHES

PLANCHE I

Photographie 1. — Pointe de l'Arcouest.

Echantillon pris près d'une éponge d'un filon de rhyolite, montrant un rubanement avec parties rouges et parties plus claires. Présence de phénocristaux de feldspaths.

Photographie 2. — Loguivy.

Microphoto (grandissement $\times 60$) montrant des phénocristaux de feldspaths (albite 10 % An) avec micro-pegmatite de quartz et orthose.

Photographie 3. — Falaise du Jaudy (W).

Enclave de gneiss traversée de filonnets leucocrates, fracturés, avec ciment de quartz dans les cassures (Réduction 1/2).

Photographie 4. — NW de Pleubian.

Enclave de gneiss migmatitique traversée par un filon de lave, le tout étant recoupé par un filon d'aplite parallèle à la schistosité.



1



2



3



4

PLANCHE II

Photographies 5-6
s¹. — Jaudy N (L 5.427).

Lave :

5. Lumière naturelle (grandissement $\times 16$).
6. Analyseur croisé (grandissement $\times 60$).

Le fond est vaguement recristallisé. Les phénocristaux sont des plagioclases altérés (An 35 %) et un cristal de hornblende brune.

Au grossissement supérieur, on aperçoit des éponges de quartz avec déjà des associations micropegmatitiques.

Photographies 7-8
r³. — Pleubian (L 5.410).

Lave ou roche élonienne :

7. Lumière naturelle (grandissement $\times 16$).
8. Analyseur croisé (grandissement $\times 60$).

Les phénocristaux sont des feldspaths plagioclases (An 32 %) et amphiboles. Structure avec recristallisation visible. La photo 8 montre les associations cunéiformes quartz-orthose en bordure des feldspaths.

Photographies 9-10
s¹. — Tréguier.

Lave recristallisée :

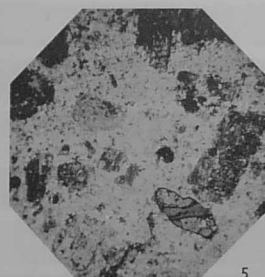
9. Lumière naturelle (grandissement $\times 60$).
10. Analyseur croisé (grandissement $\times 60$).

Les phénocristaux sont des feldspaths très altérés, des amphiboles cassées, de la chlorite et de la magnétite d'altération.

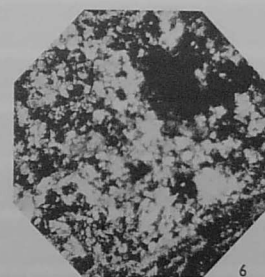
Dans le champ restreint de nos microphotos, on ne voit pas de phénocristaux mais uniquement des petits cristaux de plagioclases altérés, un cristal de quartz corrodé et des associations micrographiques quartz-albite et quartz-orthose.

Bull. du Serv. de la Carte Géologique

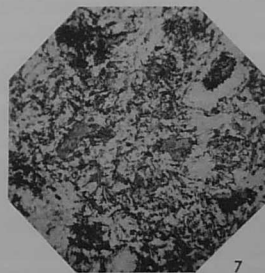
N° 244. T. LIII, Pl. II



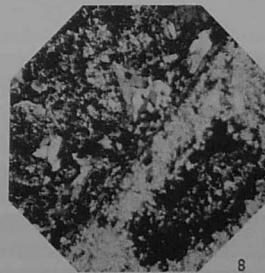
5



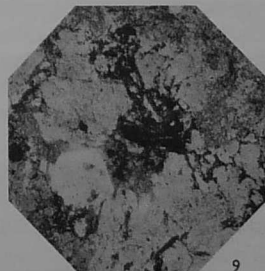
6



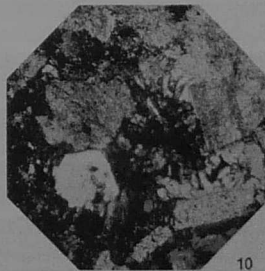
7



8



9



10

PLANCHE III

Photographies 11-12-13
r¹. — Pleubian (L 5 409).

Lave en cours de recristallisation :

- 11. Lumière naturelle (grandissement $\times 16$).
- 12. Analyseur croisé (grandissement $\times 60$).
- 13. Analyseur croisé (grandissement $\times 60$).

Phénocristaux feldspaths à bordure parfois claire et amphiboles.
Microlites, amphiboles et surtout feldspaths souvent encapuchonnés par une bordure.
Fond recristallisé parfois en associations graphiques quartz feldspaths.

Photographies 14-15-16
r⁴. — Pleubian (L 5 411).

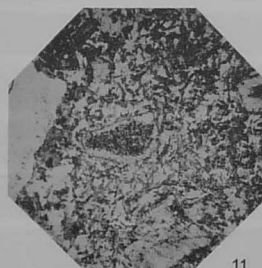
Lave à fond recristallisé :

- 14. Lumière naturelle (grandissement $\times 16$).
- 15. Analyseur croisé (grandissement $\times 16$).
- 16. Analyseur croisé (grandissement $\times 60$).

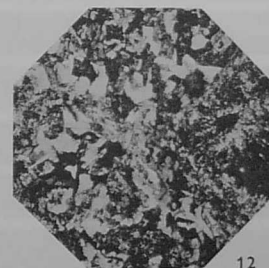
Lave avec phénocristaux de feldspaths (An 32 %) altérés, encapuchonnés d'une auréole d'albite, et amphibole (hornblende).
Fond recristallisé en quartz, microlites et associations micrographiques. La photo 16 montre l'orientation nette des lamelles de quartz qui préfigurent une ségrégation future en cristaux distincts.

Bull. du Serv. de la Carte Géologique

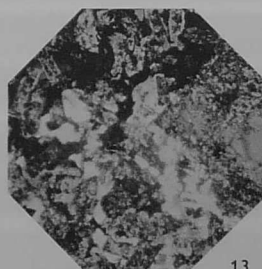
N° 244. T. LIII, Pl. III



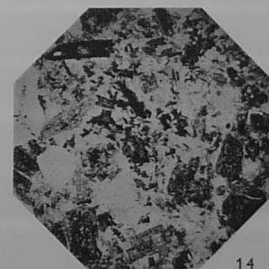
11



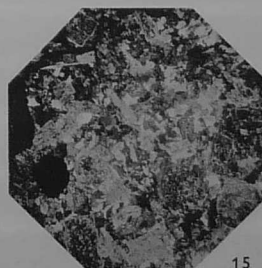
12



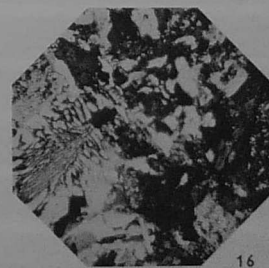
13



14



15



16

PLANCHE IV

Photographies 17 à 21
s^v. — Jaudy NW (L 5.428).

Lave à fond recristallisé :

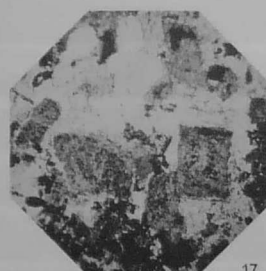
- 17. Lumière naturelle (grandissement $\times 16$).
- 18. Analyseur croisé (grandissement $\times 16$).
- 19. Analyseur croisé (grandissement $\times 60$).
- 20. Lumière naturelle (grandissement $\times 60$).
- 21. Analyseur croisé (grandissement $\times 60$).

Phénocristaux de feldspaths altérés encapuchonnés d'une auréole saine et amphibole. Fond recristallisé en quartz commençant à se contracter et associations micrographiques. Les photos 20 et 21 pourraient passer pour des microphotos de roches grenues. Noter le cristal d'apatite dans l'amphibole (bas de 20 et 21) et près du cristal de magnétite (à gauche 20 et 21).

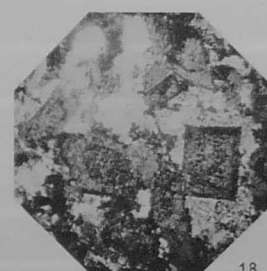
Photographie 22 (voir description planche V).

Bull. du Serv. de la Carte Géologique

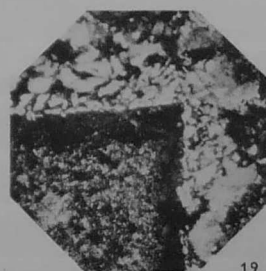
N° 244. T. LIII. Pl. IV



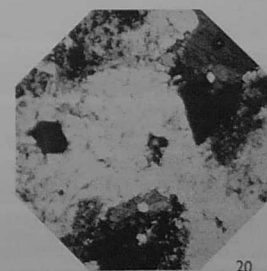
17



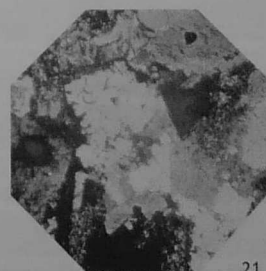
18



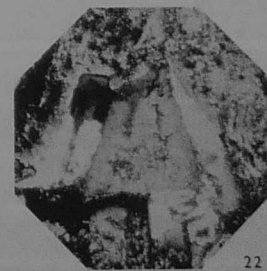
19



20



21



22

PLANCHE V

Photographies 22-23-24
r¹. — Pleubian.

Granodiorite de recristallisation :

- 22. Analyseur croisé (grandissement $\times 60$).
- 23. Lumière naturelle (grandissement $\times 60$).
- 24. Analyseur croisé (grandissement $\times 60$).

Dans la lame presque partout la structure est grenue ou granoblastique. En certains rares endroits (photo 22) restent des petites plages micrographiques entre les phénocris-
taux de plagioclases à cœur altéré encapuchonnés d'une auréole d'albite de recristallisa-
tion qui les rend jointifs. Certaines baguettes d'amphibole ont été cassées dans un stade
antérieur. Il existe, par endroits, des cristaux de quartz en éponges et quelques cristaux
de quartz cunéiformes. A gauche dans 23 et 24, un gros cristal d'apatite.

Photographies 25 et 26
q¹. — Loguivy (L 5.319).

Granodiorite :

- 25. Analyseur croisé (grandissement $\times 50$).
- 26. Analyseur croisé (grandissement $\times 50$).

Composition : quartz, orthose, plagioclase 35 % à bordure claire et cœur altéré.
Hornblende.

La photographie 25 montre un des rares endroits de la lame où l'on peut retrouver des
associations micrographiques. Remarquer la bordure granuleuse du quartz et sa surface
de contact parfois parallèle à des contours cristallographiques (photographie 25).

Photographies 27 et 28
r^d. — Pleubian (L 5.415).

Granodiorite :

- 27. Analyseur croisé (grandissement $\times 50$).
- 28. Analyseur croisé (grandissement $\times 60$).

Composition : feldspath très abondant (35 % An), orthose, quartz, amphibole fréquem-
ment altérés en granules d'épidote.

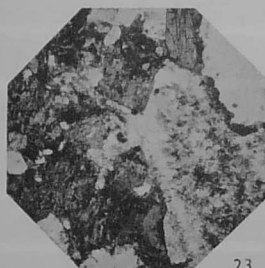
Il reste quelques intercroissances graphiques dans la lame, très mal représentée ici sur
le plagioclase au centre de la photo, et par endroits une allure granoblastique des quartz
et des orthoses.

Les bordures des feldspaths présentent parfois une identité d'aspect avec celles des
feldspaths des laves : capuchon d'albite, même type d'altération dans le cœur en granula-
tions sombres, assez condensées.

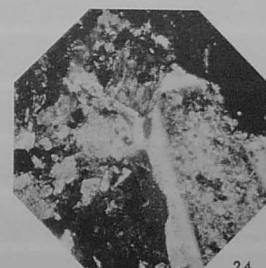
L'amphibole présente les mêmes caractères optiques que celle contenue dans les laves.

Bull. du Serv. de la Carte Géologique

N° 244. T. LIII, Pl. V



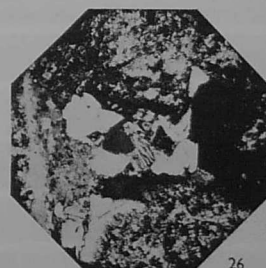
23



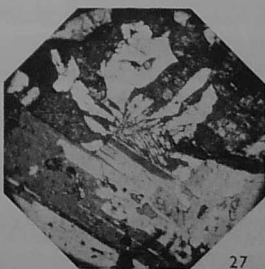
24



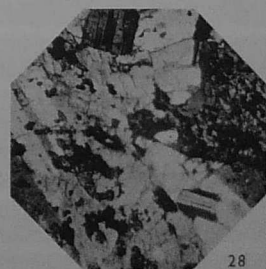
25



26



27



28

J. BRUNISSEN, imp. Paris

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE CH. BÉRANGER
Paris — N° 1368
Dépôt légal : 1^{er} trimestre 1955

Imprimé
en France

BARNÉOUD FRÈRES ET C^{ie}
Imprimeurs 31.0566
LAVAL (Mayenne)
N° 3089 — 7-1955

87. Système glaciaire des Vosges Françaises, par A. DELERECQUE. — 88. Comptes rendus des Collaborateurs (1900). — 89. Vallée du Rhône aux environs de Bellegarde, par H. DOUKAMI. — 90. Volcan de Gravenoire, par P. GLANGEAUD. — 91. Les roches éruptives carbonifères de la Creuse, par L. DE LAUNAY. — 92. Étude géologique des Pyrénées, par J. ROUSSEL. — 93. Comptes rendus des Collaborateurs (1901). — 94. Formations tertiaires de l'Ariège, par G. VASSEUR.
- TOME XIII (1901-1902)
95. Études géologiques sur la Limagne (Auvergne), par J. GHAUD. — 96. La caverne de Trépass (Marne), par E. MARTET. — 97. Nappes aquifères du Jura franc-comtois, par E. FOURNIER. — 98. Terrains glaciaires des vallées de l'Ain et de ses principaux affluents, par A. DELERECQUE. — 99. Comptes rendus des Collaborateurs (1902).
- TOME XIV (1903-1903)
100. Magmas chimiques dans les principales séries volcaniques françaises, par A. MICHEL-LÉVY. — 101. Formations anciennes des Hautes et Basses-Pyrénées, par A. BRASSIN. — 102. Recherche et captage des eaux potables, par E. FOURNIER. — 103. Bordure Sud-Ouest du Massif Central, par A. THÉVENIN.
- TOME XV (1903-1904)
104. Magmas chimiques dans les principales séries éruptives françaises, par A. MICHEL-LÉVY. — 105. Tableau stratigraphique des Pyrénées, par J. ROUSSEL. — 106. Comptes rendus des Collaborateurs (1903). — 107. Les cartes géologiques au point de vue de l'agriculture, par E. FOURNIER. — 108. Bassin houiller du Boulonnais, par A. CHART. — 109. La zone subalpine aux environs de Chambéry, par HOLLANDER. — 110. Géologie et origine des lacs des Sept-Laux, par A. DELERECQUE.
- TOME XVI (1904-1905)
111. Dépôts pléistocènes du Bassin de la Durance, par DAVID MARTIN. — 112. Terrasses de l'Ariège et de ses affluents, par J. SAVONNIER. — 113. Comptes rendus des Collaborateurs (1904). — 114. Révision de la Feuille de Grenoble, par le capitaine HETZEL. — 115. L'eau en Beauce, par G.-F. DOLLÉUS. — 116. Tectonique du massif crétacé situé au Nord du Giffre (Haute-Savoie), par CH. JACOB. — 117. Dérivations préglaciaires de la Durance, par DAVID MARTIN. — 118. Comptes rendus des Collaborateurs (1905). — 119. Hydrologie des environs de Garcoult (Var), par W. KILIAN.
- TOME XVII (1905-1906)
120. Sur les dislocations des environs de Moulthier-Hautepierre (Doubs), par W. KILIAN et E. HAUD. — 121. Étude chimique du granité de Flamanville, par A. LECHE. — 122. Étude pétrographique des roches éruptives sodiques de Corse, par J. DEPRAT. — 123. Comptes rendus des Collaborateurs (1906). — 124. Les schistes et quartzites graphitiques du Morbihan, par CH. FRESSENET. — 125. Étude des roches éruptives carbonifères et permianes du Nord-Ouest de la Corse, par J. DEPRAT. — 126. Stratigraphie des Pyrénées, par LÉON BERTHIAUD.
- TOME XVIII (1907-1908)
127. Comptes rendus des Collaborateurs (1907). — 128. Les terrains primaires du Morvan et de la Loire, par A. MICHEL-LÉVY. — 129. Études sur les Pyrénées Basques, par E. FOURNIER.
- TOME XIX (1908-1909)
130. Comptes rendus des Collaborateurs (1908). — 131. Les régions volcaniques du Puy-de-Dôme, par P. GLANGEAUD. — 132. Essai sur l'étage aquitanien, par G.-F. DOLLÉUS.
- TOME XX (1909-1910)
133. Recherches paléophytologiques dans le Massif Central, par A. LAUBY. — 134. Comptes rendus des Collaborateurs (1909).
- TOME XXI (1910-1911)
135. L'érosion des grès de Fontainebleau, par E.-A. MARTEL. — 136. Comptes rendus des Collaborateurs (1910). — 137. Les formations fluvioglaciales du Bas-Dauphiné, par W. KILIAN et M. GIEROUX. — 138. L'Estadrol, par A. MICHEL-LÉVY. — 139. Métamorphisme des terrains secondaires dans les Pyrénées orientales et ariégeoises, par M. LONGCHAMRON. — 140. Comptes rendus des Collaborateurs (1911).
- TOME XXII (1912-1913)
141. Comptes rendus des Collaborateurs (1912). — 142. Tectonique de la Feuille de Foix, par LÉON BERTHIAUD. — 143. Les régions volcaniques du Puy-de-Dôme ; La chaîne des Puys, par P. GLANGEAUD.
- TOME XXIII (1913-1914)
144. Comptes rendus des Collaborateurs (1913). — 145. Le Marais poitevin ; Étude des terrains modernes, par J. WELCH. — 146. L'allure probable du terrain houiller entre le Plateau Central et les Vosges, par L. DE LAUNAY. — 147. Tectonique de la région silurienne du Sud de Rennes, par F. KIRCHNER.
- TOME XXIV (1914-1915)
148. Comptes rendus des Collaborateurs (1914). — 149. Nouvelles études tectoniques sur la Franche-Comté, par E. FOURNIER. — 150. Le terrain houiller sur les pourtours du Morvan, par F. DELAFOND.
- TOME XXV (1915-1916)
151. Comptes rendus des Collaborateurs (1915). — 152. Tectonique du Massif Central, par F. DELAFOND. — 153. Contribution à la connaissance des terrains jurassiques de la Feuille de Mézières, par G. DELÉPINE.
- TOME XXVI (1916-1917)
154. Comptes rendus des Collaborateurs (1916). — 155. Terrain tertiaire de la Limagne bourbonnaise, par L. DE LAUNAY, CH. DEPRAT et G.-F. DOLLÉUS. — 156. Tectonique des Bassins houillers du Nord de la France, par F. DELAFOND. — 157. Le promontoire de la Porte de France, près de Grenoble, par F. BLANCHET et E. CHAGNY. — 158. Étude lithologique des roches crétacées des Alpes-Maritimes, par L. DUVENEC.
- TOME XXVII (1917-1918)
159. Comptes rendus des Collaborateurs (1917). — 160. Étude de la Lias de la Feuille de Mézières, par G. DURAN. — 161. Les terrasses alluviales de la Seine, entre la Manche et Montreuil, par E. CHAPPEL. — 162. Structure des chaînons les plus externes des Alpes, entre Digne et Moustiers-Sainte-Marie, par W. KILIAN et A. LANGUINE.
- TOME XXVIII (1918-1919)
163. Comptes rendus des Collaborateurs (1918). — 164. Observation sur la structure du cap Gris-Nez, par P. PRUVOST. — 165. Étude des formations quaternaires de la vallée du Fier et de la région de Rumilly, par L. DUSCHÉLUX.
- TOME XXIX (1919-1920)
166. Comptes rendus des Collaborateurs (1919). — 167. Géologie du Roc-de-Chère (lac d'Annecy), par L. MOURET. — 168. Étude stratigraphique et tectonique des environs de Moutiers (Savoie), par E. BOCH. — 169. Au sujet de divers genres de mylonites granitiques, le long des lignes de dislocation de l'ouest du Plateau Central, par E. RAGUEN.

- N°**
- TOME XXX (1926-1927)**
162. Comptes rendus des Collaborateurs (1925).
163. Recherches structurales dans les Pyrénées occidentales françaises, par P. VIENNOT.
164. Contribution à l'étude de la tectonique dans la région Ouest du Massif Central, par E. RAGUIN.
165. Étude de la double faille de la Marne et des régions voisines, par R. ABRARD et G. CONROY.
- TOME XXXI (1927-1928)**
166. Comptes rendus des Collaborateurs (1926).
167. Études sur l'évolution tectonique et morphologique du col structural de la Côte-d'Or, par E. CHAPUT.
168. Étude hydrogéologique des eaux circulant à travers les alluvions (Vallée de la Loire), par F. DIENERT.
169. Recherches sur la tectonique des régions de la Roya et de la Bevera (Alpes-Maritimes), par A. RIVIÈRE.
170. Comptes rendus des Collaborateurs (1927).
171. Connaissance des extrusions pyrénéennes, par P. VIENNOT.
- TOME XXXII (1928-1929)**
172. Géologie du bord des Pyrénées au Nord de la Bellongue, par M. ROUBAULT.
173. Le Lias et le Jurassique des chaînes provençales, par A. LANQUINE.
174. Schéma structural de la nappe de l'Ubaye dans les bassins du Haut-Verdon et du Bachelard (Basses-Alpes), par Y. GUBLER-WAHL.
- TOME XXXIII (1929)**
175. Nappe de l'Embrunais au Nord de l'Isère, par H. SCHÖLLER.
176. Comptes rendus des Collaborateurs (1928).
- TOME XXXIV (1930-1932)**
177. Comptes rendus des Collaborateurs (1929).
178. Nappes de la région du Col de San Colombano (Corse), par E. MAURY.
179. Comptes rendus des Collaborateurs (1930).
180. Étude hydrogéologique des terrains de l'île de Corse, par E. MAURY.
181. Données stratigraphiques et tectoniques nouvelles sur la Feuille de Montbéliard, par P. FALLOT, G. CONROY et G. GARDET.
- TOME XXXV (1932-1933)**
182. Le Miocène de la Basse-Provence, par l'Abbé CH. COMBALUZIEU.
183. La zone granulitique de Millevaches, par L. DE LAUNAY.
184. Le prolongement du complexe tectonique cévenol dans les montagnes de la Louvesc et dans les lambeaux du Vivarais, par A. DEMAY.
185. La topographie souterraine de la région tourangelle d'après les forages, par G. LECOINTRE.
- TOME XXXVI (1933)**
186. Description géologique du Luberon, par J. GOGUEL.
187. Comptes rendus des Collaborateurs (1931).
188. Le détroit de Rodez et ses bordures cristallines, par Y. BOISSE DE BLACK.
- TOME XXXVII (1933)**
189. Recherches sur la structure du versant nord des Pyrénées centrales et orientales, par M. CASTERAS.
- TOME XXXVIII (1933-1935)**
190. Comptes rendus des Collaborateurs (1932).
191. Jurassique moyen et supérieur des chaînes provençales, par A. LANQUINE.
192. Contribution à l'étude géologique des Monts de Lacagne, par M. THORAL.
- TOME XXXIX (1935-1937)**
193. Contribution à l'étude géologique du Cantal Méridional, par P. MARTT.
194. Roches éruptives et roches métamorphiques sur la Feuille de Lunéville, par E. JÉRÉMIN.
195. Stratigraphie et tectonique du massif Cambrien de Roerol, par G. WATERLOT.
196. Structure de la Basse-Navarre, par P. LAMARE.
197. Comptes rendus des Collaborateurs (1937).
- TOME XL (1938)**
198. Régions provençales et alpines entre le Var et la Durance, par A.-F. DE LAPPARENT.
199. Comptes rendus des Collaborateurs (1938).
- TOME XLI (1939)**
200. Observations nouvelles sur l'Ouest du Cantal, par Y. BOISSE DE BLACK.
201. Le Massif de la Sainte-Baume, par G. CONROY.
202. Tectonique des chaînes subalpines entre la Bléone et la Durance, par J. GOGUEL.

- N°**
- TOME XLII (1940)**
203. Comptes rendus des Collaborateurs (1939).
204. Sur la structure géologique du versant Nord des Pyrénées, par L. BERTRAND.
205. Contribution à l'étude du Jurassique de la bordure septentrionale du Bassin de Paris, par A. BONTÉ.
- TOME XLIII (1941-1942)**
206. Étude sur le sidérolithique du Lot et du Lot-et-Garonne, par H. SCHÖLLER.
207. Les rides et les accidents anticlinaux du Centre de l'Aquitaine occidentale, par FERNAND DAGUIN.
208. Observations géologiques dans la partie Ouest de la Feuille de Mauléon, par PIERRE LAMARE.
209. Remarques sur la première édition de la Feuille de Mont-de-Marsan au 1/80.000^e (n° 215) et observations récentes sur son territoire, par FERNAND DAGUIN.
210. Fractures et plissements du Haut-Quercy sur la feuille de Gourdon, par F. M. BERGOUNIOUX.
211. Comptes rendus des Collaborateurs (1941).
- TOME XLIV (1943-1944)**
212. Comptes rendus des Collaborateurs (1942).
213. Recherches sur l'extension du Montien dans le Bassin de Paris, par R. SOYER.
214. Description géologique des Alpilles, par JEAN GOGUEL.
215. Contribution à l'étude paléogéographique du Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France, par JEAN GOGUEL.
- TOME XLV (1945-1946)**
216. Comptes rendus des Collaborateurs (1943).
217. Le Bathonien de la Lorraine, par G. GARDET.
218. Étude des sédiments pliocènes et quaternaires du Roussillon, par J. BOURCART.
219. La géologie de l'île d'Yeu, par G. MATHIEU.
- TOME XLVI (1946-1947)**
220. Essai d'hydrogéologie comparée de la Champagne et de la Brie entre Arcis-sur-Aube et Montmirail, par LOUIS COIN.
221. Comptes rendus des Collaborateurs (1944 et 1945).
222. Les Massifs de la Margeride et du Mont Lozère et leurs bordures, par P. LAPADU-HARGUES.
223. Recherches sur la tectonique des chaînes subalpines entre le Ventoux et le Vercors, par JEAN GOGUEL.
- TOME XLVII (1948-1949)**
224. La montagne d'Alaric, par A. F. DE LAPPARENT.
225. Comptes rendus des Collaborateurs (1946-1947).
226. Comptes rendus des Collaborateurs (1948).
- TOME XLVIII (1949-1950)**
227. Monographie géologique du massif d'Uchaux, par G. MENESSIER.
228. Le Dôme Permien de Barrot (A.-M.) et son aureole de terrains secondaires, par P. BORDET.
229. Des relations structurales entre les Mauges et la Gâtine, par G. MATHIEU.
230. Hydrogéologie du Calvados, par A. BIGOT.
231. Comptes rendus des Collaborateurs (1949).
232. Comptes rendus des Collaborateurs (1950).
- TOME XLIX (1951-1952)**
233. Recherches structurales sur les Accidents Triasiques du Sud-Ouest de l'Aquitaine, par J. DUPOUY-CAMET.
234. Géologie de l'île de Ré, par P. BUTEL et M. TERS.
- TOME L (1952-1953)**
235. Introduction à l'étude zonéographique des formations cristallophylliennes, par J. JUNG et M. ROQUES.
236. Étude sur le Lias et le Bajocien des Bordures Nord et Nord-Est du Massif Central Français, par R. MOUTERDE.
237. Comptes rendus des Collaborateurs (1951).
- TOME LI (1953-1954)**
238. Le grand Sillon houiller du Plateau Central français, par J. LETOURNEUR.
239. Comptes rendus des Collaborateurs (1952).
240. Les loess et limons éoliens de France, par ANDRÉ CAILLEUX.
- TOME LII (1954-1955)**
241. Comptes rendus des Collaborateurs (1953).
242. La chaîne des Puys (Massif Central Français). Recherches géologiques et pétrographiques, par YACOW K. BENTON.
- TOME LIII (1955)**
243. Observations géologiques et pétrographiques sur la région de Rostrenen, par E. JÉRÉMIN et P. PRUVOST.